101

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1906 N°

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le mercredi 26 décembre 1906, à 1 heure

PAR

Edouard VORNIÈRE

LA COURSE

PHYSIOLOGIE DES MOUVEMENTS

Président : M. RICHET (Ch.), *Professeur.*

Juges : MM. POUCHET, *Professeur.*
BROCA (André), *Agrégé*
DESGREZ, *Agrégé.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

PARIS
LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE
JULES ROUSSET
1, RUE CASIMIR-DELAVIGNE ET 12, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE
(anciennement 36, rue Serpente.)

1906

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

Doyen	M. DEBOVE.
Professeurs	MM.
Anatomie	POIRIER.
Physiologie	Ch. RICHET.
Physique médicale	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales	BOUCHARD.
Pathologie médicale	HUTINEL.
	BRISSAUD.
Pathologie chirurgicale	LANNELONGUE.
Anatomie pathologique	CORNIL.
Histologie	Mathias DUVAL.
Opérations et appareils	SEGOND.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET.
Thérapeutique	GILBERT.
Hygiène	CHANTEMESSE.
Médecine légale	THOINOT.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	DEJERINE.
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER.
Clinique médicale	HAYEM. DIEULAFOY. DEBOVE. LANDOUZY.
Maladies des Enfants	GRANCHER.
Clinique de pathol. mentale et des malad. de l'encéphale.	JOFFROY.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER.
Clinique des maladies du système nerveux	RAYMOND.
Clinique chirurgicale	LE DENTU. TERRIER. BERGER. RECLUS.
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	ALBARRAN.
Clinique d'accouchements	PINARD. BUDIN.
Clinique gynécologique	POZZI.
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON.
Clinique thérapeutique	Albert ROBIN.

Agrégés en exercice.

MM	MM	MM	MM
AUVRAY.	DUPRE.	LEGRY.	PROUST.
BALTHAZARD.	DUVAL.	LEGUEU.	RENON.
BRANCA.	FAURE.	LEPAGE.	RICHAUD.
BEZANÇON.	GOSSET.	MACAIGNE.	RIEFFEL (chef des Travaux anatomiques.
BRINDEAU.	GOUGET.	MAILLARD.	TEISSIER.
BROCA André.	GUIART.	MARION.	THIROLOIX.
CARNOT.	JEANSELME.	MAUCLAIRE.	VAQUEZ.
CLAUDE.	LABBE.	MERY.	WALLICH.
CUNEO.	LANGLOIS.	MORESTIN.	
DEMELIN.	LAUNOIS.	POTOCKI.	
DESGREZ.			

Par délibération en date du 8 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR RICHET

Membre de l'Académie de Médecine
Chevalier de la Légion d'Honneur.

A MONSIEUR LE DOCTEUR PEUGNIEZ

Professeur de clinique chirurgicale à l'Ecole de Médecine d'Amiens
Directeur honoraire de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie
d'Amiens.

Témoignage de respectueuse reconnaissance.

INTRODUCTION

Cette modeste étude nous a été inspirée par l'importance prise de nos jours dans l'éducation par les exercices physiques en général ; nous avons été spécialement appelé à choisir comme but de nos recherches la course à pied, ayant nous-même beaucoup pratiqué ce genre de sport. Nous entreprenons donc ce sujet avec l'espoir de fournir quelques remarques personnelles, et d'apporter ainsi une légère contribution à l'étude de la physiologie de la course, ou tout au moins à une partie de cette étude. Il serait évidemment intéressant d'analyser les modifications que peut produire la course à pied sur les différents organes et sur notre économie toute entière, mais dans un cadre aussi restreint, nous ne pouvons guère nous étendre sur ces diverses questions qui ont, d'ailleurs, été si bien étudiées par Lagrange dans son ouvrage : *Physiologie des exercices du corps*. Nous nous bornerons donc à mettre en relief la physiologie musculaire et toutes les particularités intéressantes que nous pourrons observer, en insistant spécialement sur les points qui n'ont pas été traités par nos devanciers. Il nous semble préférable de faire une étude un

peu courte, peut-être, mais personnelle, que de l'allonger par des compilations sans intérêt.

Dès que l'on aborde ce sujet, on est frappé par les modifications que la pratique habituelle de la course imprime à la plastique des athlètes et on ne peut s'empêcher de faire un rapprochement entre ces modifications et les différentes déformations professionnelles qu'il est inutile de rappeler ici. Dans ce sport comme partout ailleurs, la grande loi : La fonction crée l'organe, trouve donc sa confirmation ; mais il n'existe pas, comme beaucoup ont semblé le croire, une plastique du coureur « en général » et nous montrerons plus loin combien cette erreur a été répandue chez les artistes anciens ou modernes.

De même qu'il y a différents genres de courses, à distances bien définies, et que l'on rencontre des athlètes spécialistes sur chacune de ces distances, de même on rencontre pour chacune d'elles des types de coureurs dont l'aspect varie d'une façon très notable. Pourquoi tel champion de 100 mètres est-il incapable de fournir un trajet de 400 mètres ? Pourquoi tel champion de 400 mètres fournit-il un 100 mètres très médiocre ? Nous parlons ici de deux distances pourtant bien rapprochées ; à plus forte raison, combien grandes seront les différences entre un coureur de vitesse pure (100 mètres) et un coureur de fond !

Ce sont ces raisons qui nous ont amené à étudier séparément sinon toutes les courses, du moins les plus intéressantes à notre point de vue, c'est-à-dire : celles qui différencient au plus haut degré la plastique de ceux qui les pratiquent, et qui demandent des aptitudes physiques

spéciales et bien définies. Nous montrerons, en outre, non seulement les athlètes au milieu de la course, mais encore au moment du départ, qui est certainement une des phases les plus intéressantes au point de vue physiologique. Pourtant nous n'avons trouvé nulle part une étude sur les actions musculaires multiples qui président au début de la course, et qui permettent à l'athlète d'atteindre le plus rapidement possible l'allure normale. Nous verrons qu'il existe, là encore, des différences sensibles dans l'attitude des coureurs, suivant que l'on aura affaire à un spécialiste, de vitesse, ou de fond.

Mais, avant d'aborder notre sujet, et d'exposer les différents moyens d'investigation qui nous ont permis de faire nos observations, nous désirons exprimer ici notre profonde reconnaissance à M. le docteur Peugniez, professeur de clinique chirurgicale à l'école de médecine d'Amiens, qui nous a guidé de ses conseils et a mis à notre disposition les nombreux documents qu'il avait déjà réunis en vue d'un travail d'ensemble sur « les sports »,

Nous prions aussi M. le professeur Richet de vouloir bien agréer l'expression de nos sincères remerciements pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre thèse.

Nous ne pouvons non plus passer sous silence l'amabilité que nous ont témoignée M. Carvalo, directeur de l'institut Marey et M. Boule, en nous mettant à même de profiter de leur belle installation et de leurs instruments, qui nous étaient indispensables pour mener à bien nos expériences.

HISTORIQUE

Un des pays ou les exercices physiques ont été le plus en honneur est sans contredit la Grèce. On n'a qu'à lire les auteurs de l'époque pour voir de quelle popularité jouissaient les vainqueurs des Jeux Olympiques, et pour se rendre compte de ces déchaînements d'enthousiasme populaire qui laissent loin derrière eux les applaudissements que nous réservons à nos champions actuels, à notre époque où pourtant les sports recommencent à être en faveur.

Grâce à leur éducation sportive, à la pratique constante du gymnase, grâce aussi à leur ciel si pur et à la lumière qui éclairait toutes ces manifestations athlétiques, les Grecs avaient acquis des yeux aptes à discerner les formes en mouvement, à en fixer des images précises, et à en saisir les modifications les plus rapides, les détails les plus fugaces. On peut donc facilement prévoir *a priori* que les images laissées par les artistes de cette époque se ressentiront de cette éducation des yeux et se rapprocheront tout au moins de la réalité. C'est ce que nous aurons à vérifier d'ailleurs au cours de cette étude. Quand on arrive à l'ère

chrétienne, au moyen âge, les préoccupations religieuses sont telles, qu'il n'est plus question d'exercices corporels. Les créations de cette époque prouvent assez combien en souffre la plastique du corps. De plus, la température de notre climat, où l'on grelotte dès qu'on est nu, est peu favorable à l'étude des sports en plein air, et il n'est pas étonnant que, pendant longtemps, on ait perdu le goût des exercices physiques.

C'est alors que l'imagination a substitué ses créations irréelles aux documents fournis par l'observation. D'une façon générale, nous avons vécu jusqu'à ces dernières années sur des formes conventionnelles, conformes seulement aux images mentales que s'étaient formé du mouvement certains artistes, d'ailleurs imités servilement par leurs successeurs. Ne citons ici que pour mémoire les coureurs de la Renaissance et du XVIIIe siècle, dont nous reparlerons un peu plus loin.

A cette époque, rares sont les ouvrages qui s'occupent des principes de la locomotion humaine ; on ne peut cependant passer sous silence les travaux de Borelli (1630, *De motu animalium*) ; Barthez (1758, *Nouvelle mécanique des mouvements de l'homme et des animaux*) ; Maissiat (*Études de Physique animale*, 1823) ; Giraud-Teulon (1858, voir article « Locomotion » du *Dictionnaire Dechambre*) ; E. et W. Weber (1843, *Mécanique des organes de la locomotion*). Duchenne, de Boulogne, en 1869, dans son ouvrage : *Physiologie des mouvements démontrée à l'aide de l'exploration électrique et de l'exploration chimique*, rectifie de nombreuses erreurs de ses devanciers. Mais une véritable révolution est introduite dans cette

étude du mouvement par Marey et ses deux élèves, Carlet et Démeny. C'est aux études si délicates et si persévérantes de Marey que nous devons en grande partie les notions que nous possédons actuellement. Grâce à ses appareils enregistreurs, que nous ne pouvons exposer ici en détail, une foule de documents précis furent acquis.

Ces appareils mécaniques devenant insuffisants pour bien exprimer tous les changements d'attitude, il fit intervenir la photographie instantanée.

Ce fut d'abord la cinématographie ; puis, la méthode se perfectionnant, Marey y introduisit la notion du temps ; pour cela, il plaça, en vue de l'objectif, un pendule ou encore un cadran dont l'aiguille faisait un tour à la minute : la chronophotographie était créée.

En 1895, M. Paul Richer fait paraître son bel ouvrage intitulé : *Physiologie artistique*, et contribue ainsi puissamment à son tour à l'étude de la plastique du corps dans les différents modes de locomotion.

Nous citerons encore la thèse de M. Bézy (Bordeaux, 1903) : *Contribution à l'étude du courir chez l'homme* ; et la méthode de la course en flexion (1903), par Félix Regnault.

Enfin, pour terminer, nous rappellerons les « articles » tout récents que vient de faire M. le docteur Peugniez, sur la course dans l'art, articles auxquels nous avons fait de nombreux emprunts.

Nous allons maintenant exposer les différents moyens d'études que nous avons employés, et qui serviront de base à la partie physiologique de cette thèse.

MOYENS D'ÉTUDES

Nous avons commencé par examiner soigneusement et sans idée préconçue les différentes images de la course que nous avons pu trouver en faisant des recherches dans l'iconographie ancienne. Le répertoire de la statuaire grecque et romaine de Salomon Reinach nous a été ici d'un précieux concours. Mais ce qui rend notre étude assez difficile est la répugnance que les sculpteurs grecs éprouvaient à exprimer les formes en mouvement. Cela tient sans doute aux difficultés qu'ils trouvaient à vouloir figer sur le marbre une action violente, et aussi à l'impression pénible que donne aux yeux cet arrêt brusque du mouvement commencé. Aussi, assez peu nombreuses sont les statues de la course que l'on trouve chez les anciens, et surtout de la course pendant la phase d'action. Les gracieuses légendes de Daphné et d'Atalante les ont assez souvent inspirés, mais ils se sont presque toujours efforcés de diminuer l'effort visible et les mouvements violents en représentant la fin de la course. Ainsi, dans le groupe que nous avons sous les yeux, la course est terminée. Atalante

est rejointe par Hippomène, et tous deux ne sont plus entraînés que par leur élan. (Fig. 1.)

Fig. 1.

Les quelques images de coureurs en action que nous avons trouvées nous les montrent presque tous au commencement de la phase d'appui. D'une façon générale, ils ont des attitudes conformes aux lois de l'équilibre et de la statique, et la position des bras et du tronc nous paraît à peu près exacte.

Malheureusement, plusieurs de ces statues, et des plus intéressantes, sont mutilées et nous privent de renseignements utiles.

Dans l'ouvrage de Salomon Reinach, cité plus haut, à la page 540 du tome II se trouve un coureur en pleine action qui devait être au début de la phase d'appui. Il a très belle allure, mais de multiples mutilations nous empêchent

d'en tirer des conclusions certaines. Nous avons encore, page 428 du même ouvrage, un petit Eros ailé, qui court en tenant un arc de sa main droite tendue en avant ; il est au début de la phase d'appui. Son allure n'a rien qui nous choque *à priori* ; l'ensemble des rapports des membres et du tronc est respecté, et le centre de gravité tombe bien en arrière du pied portant.

Je passe sous silence quelques essais archaïques, peut-être intéressants au point de vue artistique, mais qui n'ont aucune valeur au point de vue physiologique.

Pour les raisons énoncées plus haut, les coureurs vain-

Fig. 2.

queurs aux yeux olympiques furent plus souvent représentés par les sculpteurs au moment du départ. A peu d'exceptions près, on les voit tous, le corps penché en avant, reposant sur la jambe gauche fortement fléchie, le pied bien à plat sur le sol, tandis que la jambe droite se trouve en arrière, en demi-extension, la pointe du pied, seule, touchant le sol. (Voir fig. 2).

Les bras se trouvent dans une situation diamétralement opposée à celle des jambes, c'est-à-dire que la jambe gauche étant en avant, le bras homonyme se trouve en arrière, et réciproquement. C'est d'ailleurs, comme nous le verrons, une des conditions essentielles pour « faire un bon départ ».

Mais pourquoi ne voyons-nous représenté nulle part le départ d'un coureur de vitesse ? Est-ce que les épreuves

Fig. 3.

de vitesse pure n'étaient pas en honneur chez les Grecs et les Romains ? Cette lacune tient-elle plutôt au manque d'esthétique de cette pose, où l'athlète ramassé sur lui-même, les mains prenant un point d'appui sur le sol, est prêt à bondir au premier signal ? Il nous semble cependant probable que certains coureurs devaient prendre des attitudes analogues, car rien n'est plus utile qu'un bon point d'appui pour un départ rapide.

Nous avons devant les yeux (fig. 3) un coureur prêt à partir : de sa main droite, il s'appuie sur un des deux po-

teaux entre lesquels il est placé. C'est à cette raison qu'il faut sans doute attribuer le retrait de l'épaule et du bras droit, qui, normalement, devrait être en avant, puisque la jambe homonyme est en arrière. Le point d'appui, pris sur le poteau, remplacera avantageusement l'impulsion qu'aurait donné le retrait brusque de ce bras s'il avait été dans la position normale : c'est donc un premier temps du départ qui est supprimé, c'est une fraction de seconde qui est économisée, et quand on pense qu'un coureur de

Fig. 4.

100 mètres couvre environ 10 mètres par seconde, on comprend l'utilité de ces détails, futiles en apparence, et qui sont le secret d'un bon départ.

Nous n'avons trouvé qu'un seul athlète représenté, à ce moment, la jambe et le bras droit en avant. Nous montrerons plus loin que cette attitude, employée quelquefois par des coureurs inexpérimentés, est tout à fait irrationnelle.

La représentation de la course elle-même, qui avait fait reculer la plupart des sculpteurs anciens, nous est, au contraire, fréquemment donnée par l'étude des vases peints. Ici, encore, tous les coureurs sont bien équilibrés, quelle

que soit la phase où ils se trouvent. Mais nous y avons relevé quelques exemples curieux par la position des bras et des jambes. Sur une amphore, on voit un homme blessé par une flèche, qui se sauve devant un char (fig. 4). La fatigue et l'épuisement sont traduits, dans son allure, par ce fait qu'il court, les jambes fortement fléchies, suivant un mode bien décrit par les travaux du commandant Raoul et par Félix Regnault, dans sa *Méthode de la course en flexion*. Il est vraiment curieux de constater qu'on ne rencontre cette attitude, dont on a pourtant dit le plus grand bien, que chez des individus paraissant avoir fourni des

Fig. 5.

efforts de longue durée. Nous en voyons un autre exemple dans un coureur poursuivi par deux cavaliers et sur le point d'être atteint ; ici encore, il court nettement en flexion (fig. 5).

Sur une amphore panathénaïque, nous voyons trois athlètes à la fin de la phase d'appui. Ils sont bien posés, mais présentent tous trois une particularité : ils vont l'amble, c'est-à-dire que les bras et les jambes homonymes sont tous deux soit en avant, soit en arrière, au lieu d'être en sens contraire, comme dans la course normale (fig. 6).

C'est d'ailleurs une exception que nous signalons ici ; mais est-ce une simple erreur de l'artiste, ou bien est-ce un genre de course qu'il a voulu représenter ? Ce serait une question intéressante à élucider. En effet, M. Paul Richer nous a signalé une méthode analogue, qui serait employée, paraît-il, comme mode d'entraînement par les pédestrians anglais. Nous avons interrogé vainement de nombreux coureurs et des sportmen compétents, mais, malgré nos

Fig. 6.

recherches, nous n'avons trouvé aucune trace de ce genre de course, qui, nous semble-t-il, ne peut que contrarier les mouvements naturels. Nous ne l'avons trouvé sur aucune photographie, et, ayant voulu l'expérimenter nous-même, nous n'avons pu y parvenir.

Des différences considérables séparent les types anciens que nous venons d'examiner de ceux de la Renaissance et du XVIIIe siècle. Ici, les artistes ont cherché avant tout à donner à leurs œuvres des attitudes gracieuses et élégantes, sans se préoccuper le moins du monde de la réalité.

Ces œuvres, si artistiques qu'elles soient, n'ont à nos yeux aucune valeur physiologique et ne peuvent nous servir comme moyens d'études. Nous en prendrons quelques-unes, et, en les comparant à nos images chronophotographiques, nous montrerons plus loin tout ce que leur pose a de faux et d'irréel.

Paul Richer le premier nous a fait remarquer ces nombreuses erreurs de notre art moderne ; mais il ne s'est pas contenté de constater ces défauts, il a voulu nous prouver que l'art et l'esthétique pouvaient parfaitement s'allier aux données exactes de la science, et il a fait couler en bronze son groupe si vivant « La Course ». (Voir fig. 6, pl. II.) Ses trois athlètes, superbes d'allure, nous donnent bien l'impression de vitesse et d'effort, et nous verrons qu'ils correspondent parfaitement aux images que nous voyons sur nos pellicules cinématographiques. Chacun d'eux est représenté à une période différente : l'un, à la fin de la phase d'appui ; un autre au commencement, et le troisième à la phase de suspension. Or, si l'on remarque que jusqu'alors aucun artiste n'avait osé reproduire un coureur complètement détaché du sol, on se rendra compte de la valeur de l'initiative de Paul Richer, et de tout ce que l'art peut attendre de l'étude des formes en mouvement.

Nous avons vu, par l'étude de l'iconographie ancienne les bons résultats que des yeux exercés peuvent attendre de l'observation pure et simple. Mais la rapidité de la course, la succession trop rapide des différents mouvements, ne pouvait permettre de conserver la vision rapide d'un seul de ces mouvements et de l'étudier. M. Bezy, de Bordeaux, se rendant compte de cette difficulté, a trouvé

un moyen ingénieux lui permettant d'avoir des images distinctes : il se plaçait derrière l'obturateur d'un appareil photographique, et, en le faisant fonctionner rapidement, obtenait une série d'impressions lumineuses, qui n'empiétaient pas les unes sur les autres. C'est évidemment le meilleur parti que l'on pouvait tirer de la méthode objective, mais la rapidité des impressions (un dixième de seconde), les erreurs et les oublis possibles de la mémoire des yeux, ne nous donnent pas grande confiance dans l'infaillibilité de ce mode d'examen. Aussi sommes-nous étonnés du peu d'importance que M. Bézy semble attacher à la chronophotographie, qui, dit-il, permet difficilement de saisir le coureur dans son effort maximum, et ne garde sa supériorité que pour les mouvements d'une assez grande amplitude. Nous pensons, au contraire, que rien ne peut remplacer la chronophotographie, qui permet de fixer les mouvements sur une pellicule et de les étudier ensuite à loisir et aussi longuement qu'on le désire, sans cause possible d'erreur. Nous ajouterons, pour répondre à l'observation de M. Bézy, que si le mouvement est rapide, rien n'est plus facile que d'augmenter le nombre des épreuves. On peut obtenir actuellement un millier d'images à la seconde pour certaines études de physiologie, ce qui est de beaucoup supérieur à ce qu'exige la course la plus rapide dans laquelle 20 à 25 images sont plus que suffisantes pour l'étude d'une foulée.

Ce mode d'investigation n'est évidemment pas à la portée de tous, et nous n'aurions pu l'employer si M le directeur de l'institut Marey ne nous avait ouvert ses portes, et si M. Boule, son dévoué collaborateur, ne nous avait prêté

son concours. Grâce encore au docteur Peugniez, qui y travailla si longtemps, nous avons pu nous procurer les pellicules, constituant la collection de cet institut, qui nous ont été de précieux documents. Si nous y ajoutons les résultats si précis fournis par les ingénieux appareils de Marey, par ses graphiques, par sa chronophotographie géométrique, il nous serait resté bien peu à faire si nos prédécesseurs ne s'étaient contentés jusqu'ici de prendre un sujet quelconque et de le faire courir pour examiner ce mode de locomotion d'une façon toute générale. Pourtant, il suffit d'assister à une réunion du Racing-Club de France par exemple, pour constater que la silhouette d'un athlète en action sur un 100 mètres, ne ressemble nullement à celle d'un coureur de 400 mètres. De même, les coureurs de vitesse et de fond se différencient par leur façon de prendre le départ, leur façon de respirer, enfin par leur attitude entière. Pour cette raison, nous avons choisi trois types d'athlètes bien spécialisés sur ces distances qui nous semblent les plus intéressantes, et, grâce à leur obligeance, nous avons pu étudier leurs différents modes d'action par la cinématographie. Nous avons cherché en même temps à nous rendre compte, par l'examen détaillé de leur plastique, des modifications qu'avait pu imposer à leur économie, la variété spéciale de course à laquelle chacun d'eux se livrait de préférence.

Mais, avant de pénétrer dans la partie toute physiologique de cette étude, une remarque de M. Paul Richer nous amène à faire une petite digression.

Il semble, en effet, considérer la course sportive « comme une exception. » Tel n'est pas notre avis ; si l'on considère

la course au point de vue purement utilitaire de la progression journalière, deux cas bien distincts peuvent se présenter : ou bien par suite de circonstances fortuites pour fuir un danger, par exemple).. le sujet doit fournir une course rapide, demander à ses muscles une vitesse maxima, et, par conséquent de courte durée ; ou bien il veut, sur un assez long trajet, gagner du temps par une course modérée qui lui permette de soutenir son effort. Dans le premier cas, le sujet fournit un travail musculaire maxima absolument analogue à celui d'un coureur de vitesse sur une piste ; l'effort longtemps soutenu du second n'est pas autre chose qu'une course de fond. Restent les épreuves intermédiaires : ici, le travail musculaire est celui que fournirait un individu pour en rattraper un autre ayant plus ou moins d'avance sur lui. Suivant la distance qui les séparerait, il calculerait naturellement son effort : plus elle serait grande, et moins il accélèrerait son allure. Supposons enfin que l'individu poursuivi soit sur le point d'être rejoint, le poursuivant fera un dernier effort comparable à l'emballage qui termine les courses de demi-fond.

Nous voyons par ces exemples que la course sportive ne diffère en rien de la course journalière ; elle présente même l'avantage de nous montrer des athlètes entraînés, ne faisant pas de mouvements inutiles et demandant à leurs muscles le travail maxima qui peut leur donner une supériorité sur leurs concurrents. Evidemment, dans la pratique journalière, on ne court pas sur une piste gazonnée avec des souliers à pointe ! C'est pourquoi nous avons pris non seulement nos athlètes courant sur une piste her-

beuse, mais encore sur une piste dure, et chaussés de leurs souliers de ville. Rien n'a été changé de ce fait dans leur allure, et nous n'avons trouvé qu'une diminution dans la longueur des foulées, diminution facilement explicable par le poids des chaussures et la moindre souplesse du sol.

DÉPART

La position du coureur au départ, qui est sans contredit une des phases les plus curieuses de la course sportive, semble avoir jusqu'à nos jours présenté peu d'intérêt pour les physiologistes. Il serait pourtant utile de connaître l'attitude optima qu'il faut choisir pour se mettre rapidement en action. Il est bien rare que les débutants sachent prendre leur départ, surtout dans une course de vitesse, aussi trouve-t-on chez eux des positions défectueuses. qui sont souvent des causes de défaite. Les uns, par exemple, attendent le signal, le bras et la jambe gauche en avant, ce qui est nuisible à un bon départ. et les oblige à produire un travail musculaire inutile. D'autres se balancent alternativement sur les deux jambes, placées l'une en avant de l'autre, et souvent le coup de pistolet les surprend au moment où le poids du corps repose sur la jambe postérieure : encore un départ manqué !

Si, au contraire, on observe des champions, on voit que toutes ces variétés se ramènent aux deux types que nous allons exposer et qui sont : le départ couché et le départ debout.

Départ couché.

Le départ appelé, nous ignorons pourquoi, départ « couché », puisque le coureur est à genoux, tend de plus en plus à se généraliser chez les coureurs de 100 mètres. Peu connu il y a une dizaine d'années en France, il était déjà d'un usage courant chez les Américains, nos maîtres en sports athlétiques. Nous nous souvenons qu'à cette époque, tel champion qui l'employait « d'instinct » passait pour un « poseur » ; on ne comprenait pas qu'il lui devait en partie ses nombreux succès. C'est ce mode de départ que nous allons décrire ici.

Premier temps. — Il comprend deux temps préparatoires : dans le premier, le coureur prend position, mais de façon à pouvoir attendre le signal sans fatiguer ses muscles. Le pied gauche, placé en avant, est posé bien à plat sur la ligne du départ, la jambe étant fortement fléchie. Le genou droit est appuyé à terre supportant le poids du corps, tandis que le pied fait un angle droit avec le sol sur lequel il ne repose que par l'extrémité des orteils fléchis. Le corps très incliné en avant, s'appuie d'une part sur la cuisse gauche, et d'autre part sur l'extrémité des doigts, les mains étant placées symétriquement de chaque côté du pied gauche. La tête est relevée pour faciliter la respira-

tion. Nous voyons dans ce premier temps que presque tous les muscles des jambes sont au repos.

Deuxième temps. — Tout le contraire se présente si l'on examine un athlète au deuxième temps. C'est quand le starter donne le signal préparatoire : « Etes-vous prêts? » que le coureur prend cette deuxième pose : le genou droit se soulève et ce mouvement incline encore plus le tronc en avant. L'extrémité des doigts devenant un support insuffisant, ceux-ci se fléchissent, sauf le pouce, et l'extrémité antérieure du corps s'appuie sur les deuxièmes phalanges et sur le pulpe du pouce. En même temps le talon gauche se soulève, et le centre de gravité se trouvant déplacé par ces divers mouvements, c'est l'avant-pied gauche qui supporte la plus grande partie du poids du corps. Cette position est très fatiguante, heureusement le coup de pistolet ne se fait pas attendre longtemps. Tous les muscles sont en état de vigilance et prêts à se contracter vigoureusement au premier signal. De plus la respiration est gênée dans cette attitude qui est celle de l'inspiration forcée. La paroi abdominale antérieure, et la cage thoracique sont comprimées par la face antérieure de la cuisse gauche ; en outre les bras rapprochés du tronc empêchent tout mouvement d'ampliation des côtes supérieures. Il est pourtant bien connu qu'un bon coureur de 100 mètres ne respire pas pendant toute la durée de son effort, qui dure environ 11 secondes.

A quel moment emmagasine-t-il donc la provision d'air qui lui est nécessaire, si ce n'est avant le coup de pistolet ? Nous allons voir que l'étude de nos chronophotographies nous donne nettement la clef du problème, et que

cette position, fâcheuse en apparence, donne d'excellents résultats. En effet, dès que le coureur a entendu le coup de pistolet, il s'élance en avant : le tronc se redresse par un mécanisme que nous expliquerons plus loin, et ce mouvement élargissant le thorax, il se produit un brusque appel d'air dans le poumon. Tous les muscles inspirateurs sont en jeu, on voit nettement la saillie formée par le grand dentelé, et la bouche est largement ouverte (voir fig. 2, pl. II). Les bras et les épaules, en se relevant, augmentent encore la capacité thoracique, et nous rappellent le mouvement d'élévation des bras que l'on emploie dans la respiration artificielle. (Voir fig, 3, pl. I.)

On voit, par cet exemple, que tout, dans ce genre de départ, contribue à assurer à l'athlète la provision maxima d'oxygène qui lui est indispensable pour soutenir son effort jusqu'à la fin de la course. Nous ajouterons qu'ici cette inspiration forcée est à peu près involontaire, et coïncide toujours avec le signal du starter. Au contraire, chez un coureur qui attend debout, cette inspiration forcée doit être volontaire, et si elle est faite trop tôt avant le coup de pistolet, l'athlète sera souvent obligé de s'arrêter, à bout de souffle. L'observation nous a permis de voir souvent des cas de ce genre chez des jeunes gens ayant pourtant de la qualité, et chez lesquels aucune autre cause ne pouvait expliquer l'abandon de la course. Si, aux avantages indiscutables que l'on trouve du côté de la respiration au départ couché, on ajoute ceux que les coureurs obtiennent par la détente générale de leurs quatre membres, il est facile de comprendre que, bien qu'assez

compliqué, il rallie de plus en plus les suffrages de nos jeunes athlètes.

Pour terminer cette étude, nous ajouterons que les Anglais ont coutume, dans cette position, de creuser au couteau des trous sous leurs pieds pour éviter le dérapage, cause d'une perte d'énergie, et sont ainsi assurés d'un départ impeccable.

Mais pourquoi, nous dira-t-on, cette attitude si avantageuse pour les courses de 100 mètres, n'est-elle pas adoptée aussi pour les autres distances ? Les raisons en sont multiples : dans toutes les épreuves plus longues, le coureur doit respirer pendant la course. La simultanéité du coup de pistolet et de l'inspiration initiale a donc beaucoup moins d'importance. De plus, le départ étant moins brusque et moins rapide, l'appui sur les mains n'est plus indispensable. Cette position devient même tout à fait défectueuse s'il s'agit d'une course de longue durée. En effet, l'athlète qui se prépare à disputer une épreuve de fond cherche à éviter toute cause de fatigue à ses muscles, afin d'être à même de fournir un effort plus longtemps soutenu. Or, peu d'attitudes sont aussi fatiguantes que celle du départ couché au deuxième temps : il est facile de s'en rendre compte par l'étude de l'action des muscles à ce moment. Au premier abord, en voyant les membres inférieurs complètement fléchis, on pourrait croire que seuls, les muscles fléchisseurs sont contractés. Ce serait une erreur. Prenons, par exemple, le membre inférieur gauche dans la position indiquée plus haut : la flexion de la jambe sur la cuisse est due uniquement, semble-t-il, à la contraction simultanée du biceps crural, du demi-tendi-

neux, du demi-membraneux, et du triceps sural. Ce dernier groupe de muscles soulève en outre le talon et étend le pied sur la jambe.

Si le corps se trouvait dans un milieu aussi dense que lui, seuls les muscles que nous venons d'enumérer seraient contractés, tandis que les muscles opposants seraient distendus. Mais ici, nous avons à compter avec les lois de la pesanteur. Qu'arriverait-il par exemple, sans la contraction frenatrice du quadriceps ? La cuisse serait entraînée par la pesanteur ce qui amènerait la fesse correspondante à s'asseoir sur le talon. Il en est de même pour le reste du corps, où la contraction des muscles antagonistes doit faire équilibre à la pesanteur pour maintenir les membres dans l'immobilité et réaliser ce qu'on a appelé la contraction statique.

Il est intéressant de voir par quel mécanisme se produit le départ couché, et d'étudier l'action des muscles qui y président. Aussitôt que le signal est donné, le quadriceps fémoral droit se contracte énergiquement mettant la jambe en extension, pendant que la contraction des jumeaux et du soléaire détache du sol le talon correspondant. Cette extension brusque de tout le membre inférieur a pour effet de lancer le corps en avant. Le quadriceps gauche, qui se contracte en même temps, a pour résultat le redressement du tronc. Mais ce serait insuffisant, et la chute en avant serait inévitable si l'action des bras ne venait se joindre à celle de la jambe gauche. Les membres supérieurs, en extension complète, semblent pourtant *a priori* ne devoir jouer que le rôle de supports, et ils ne pourraient avoir d'autre utilité s'ils restaient dans cette position. L'observa-

tion nous a montré que, au moment du coup de pistolet, les bras se fléchissaient d'abord légèrement, rendant ainsi possible une brusque extension qui contribue puissamment à relever la partie antérieure du corps et à empêcher la chute du coureur. Quelque rapides que soient ces mouvements, nous en avons trouvé la confirmation très nette sur nos pellicules cinématographiques.

Départ debout.

Le départ debout est beaucoup plus simple, et connu depuis longtemps. C'est ce mode de départ que nous avons trouvé représenté souvent chez les Anciens, et c'est le meilleur que les coureurs de fond ou de demi-fond puissent adopter.

Cependant, pour bien l'effectuer, il faut encore observer quelques règles très précises, sans quoi le coureur sera exposé à faire des mouvements inutiles qui le retarderont toujours un peu. Moins la distance à parcourir sera longue, plus ces erreurs auront naturellement d'importance, et un coureur de 400 mètres « soignera » son départ bien autrement qu'un coureur de fond. Nous ne pouvons dépeindre toutes les différences individuelles que nous avons observées ; mais nous voulons montrer ici que l'attitude qui nous semble le plus rationnelle est celle qui se rencontre ordinairement chez les athlètes dont l'éducation sportive est la plus avancée.

Prenons par exemple une de nos photographies représentant un de nos meilleurs champions de demi-fond : la jambe gauche est légèrement fléchie et le pied repose bien à plat sur le sol, supportant le poids du corps. La jambe droite fléchie, à un degré moindre, est écartée en arrière. Elle est en outre légèrement en rotation interne, et la pointe du pied seule pose à terre. Le corps très incliné en avant est tordu sur son axe pour permettre aux bras de prendre une attitude inverse de celle des jambes.

L'épaule droite est abaissée et le bras homonyme tendu en avant, les poings fermés, tandis que l'épaule gauche est élevée et le bras correspondant en arrière, légèrement fléchi, le poing dirigé vers le sol. Cette position des bras en sens contraire de celle des jambes est des plus importantes ; elle est la reproduction des oscillations en sens contraire des bras et des jambes pendant la course.

Le mouvement simultané qui rejette le bras gauche en avant et le droit en arrière contribue à aider puissamment la jambe droite à se détacher du sol, et le coureur qui adopte cette disposition se trouve, presque dès la première foulée, dans son allure normale. Au contraire les quelques athlètes que nous avons vu partir, jambe et bras gauche en avant, doivent faire deux oscillations des membres supérieurs, au lieu d'une seule, pour revenir au rythme ordinaire de la course.

LA COURSE

Définition.

La course est un mode de locomotion rapide dérivant à la fois de la marche et du saut, mais différant toutefois par plusieurs points de ces deux genres de sport.

Dans la course, comme dans la marche, le poids du corps est supporté alternativement par les deux membres inférieurs, mais ces phases d'appui, loin d'empiéter l'une sur l'autre, sont séparées dans la course par une phase de suspension, pendant laquelle le corps est complètement détaché du sol. Cette phase de suspension la rapproche certainement du saut, mais tandis que dans ce sport le corps paraît projeté en l'air, il semble dans la course que les jambes se détachent du sol sous le tronc, ce qui tient à l'inclinaison du coureur en avant. Le sauteur, au contraire, a le buste vertical ou même incliné en arrière.

La course est caractérisée, en outre, par la régularité de la succession des phases d'appui et de suspension.

L'ensemble des mouvements compris entre le déplacement d'un pied et celui de l'autre constitue ce qu'on appelle

une « foulée ». Or, dans la marche, ce terme ne représente que la phase d'appui. Nous voyons que sa signification est toute autre ici et que la foulée est à la course ce que le pas est à la marche.

Comme nous l'avons dit plus haut, on rencontre dans l'allure des coureurs de nombreuses variétés que nous allons essayer de mettre en évidence. Mais, pour pouvoir bien les exprimer, il nous faut tout d'abord esquisser le mécanisme de la course d'une façon toute générale, mécanisme qui a été si bien étudié par nos maîtres : Marey, Démeny et Paul Richer. Nous exposerons successivement les mouvements de la course, puis le rôle des muscles et les formes extérieures qui résultent de leur contraction.

Mouvements de la course.

Pieds. — Alors que, dans la marche, le pied aborde toujours le sol par le talon, dans la course, l'incidence du pied au moment où il va toucher la piste varie avec les sujets. C'est ainsi que sur les photographies qui font partie de la collection de l'Institut Marey, nous avons trouvé des moniteurs de Joinville exécutant le pas de gymnastique, et abordant le sol par le talon avec la jambe en extension complète.

Dans les épreuves sportives, on constate sur les pellicules que l'axe du pied est presque toujours parallèle au sol au moment où il va l'aborder. Suivant la longueur de la foulée, on observe même une inclinaison tendant à faire porter d'abord tantôt la région métatarso-phalangienne, tantôt le talon. Dans les foulées courtes et rapides, l'avant-pied prend contact le premier, la voûte plantaire amortit le choc, puis le talon repose à son tour, et le pied se déroule ensuite en sens inverse, comme nous allons le montrer tout à l'heure, pour lancer l'homme en avant. Ce temps très rapide a jusqu'à présent passé inaperçu et nous en devons l'observation à notre expérience personnelle de la course : ainsi, il y aurait d'abord amortissement du choc, puis transformation de la chute en élan utile dans la période suivante de l'appui, qui devient phase impulsive et commence aussitôt que l'axe de la jambe dépasse la verticale. Dans les très longues foulées, au contraire la jambe qui va se recevoir étant presque en extension, le pied arrive plutôt par le talon. Cette incidence particulière s'observe surtout chez les coureurs de grande taille, parce qu'ils profitent de la très grande longueur de foulées que leur permettent leurs membres inférieurs. Mais l'effort musculaire est ici considérable et ne peut être compensé que par la petite distance à parcourir.

De plus le choc sur le sol est très violent, il arrête l'élan, ralentit la vitesse, et ces inconvénients ne sont atténués que par le long intervalle qui sépare chacune des phases d'appui. Le sol oppose ici une résistance telle, qu'elle est utilisée par le coureur qui veut passer de la course à la marche. On le voit alors relever de plus en plus la

pointe du pied, aborder le sol de plus en plus franchement par le talon, tandis que le corps est fortement rejeté en arrière. Il y a là une attitude qui rappelle celle que prennent les marcheurs dans les concours, où les foulées de course sont interdites, épreuves qui, de l'avis de tous, sont extrêmement fatiguantes.

Ajoutons que cette manière de prendre contact par une surface restreinte augmente les chances de chute sur un terrain glissant et qu'il est à peu près impossible de courir de cette façon, si l'athlète n'est muni de chaussures spéciales.

Le choc étant donc amorti, comme nous l'avons dit, l'élasticité du sol renvoie le talon, et le triceps sural se contractant le pied se déroule rapidement, de la même manière que dans la marche, jusqu'à l'extrémité des métatarsiens. Les orteils sont tendus, et c'est le gros orteil qui quitte le dernier contact avec le sol. A ce moment l'axe du pied est presque vertical.

Au début de la phase de suspension, le pied est fortement étendu sur la jambe, puis il se fléchit pour revenir dans une position intermédiaire entre la flexion et l'extension.

Membres inférieurs. — Si on observe une série cinématographique représentant un coureur, et qu'on la compare à une autre série représentant un marcheur, on constate que dans la course le membre inférieur est ordinairement plus ou moins fléchi ; tandis que dans la marche, il se trouve en extension à deux moments de la phase d'appui. Tel est le résumé des observations faites jusqu'ici par la plupart des physiologistes, et en particulier

par M. Paul Richer. Il résulte cependant de l'examen des pellicules que nous avons sous les yeux, que, dans certaines épreuves, l'extension de l'une ou l'autre jambe peut être complète dans la course. Nous avons déjà vu qu'il en est ainsi pour la jambe qui va prendre appui dans le pas de gymnastique : l'attitude peut être identique pour la jambe portante à la fin de la phase d'appui (course de fond, voir fig. 5, pl, I). Au moment où le pied touche le sol, la jambe accuse un mouvement de flexion destiné à amortir la violence du choc. Puis, le corps étant entraîné par la vitesse acquise, la jambe, par une détente brusque d'extension accentue la projection en avant. Ce mouvement commence au moment où le talon se soulève, et l'extension est à peu près complète quand le pied quitte le sol. A ce mouvement s'ajoute un déplacement vertical déterminé à la fois par l'extension de la cuisse sur la jambe et par la contraction du gastro-cnémien qui dresse le coureur sur la pointe du pied. Puis la jambe se fléchit de nouveau pour ne pas laisser la pointe du pied traîner à terre, elle se fléchit même à tel point qu'elle forme avec la cuisse un angle très aigu au moment où elle croise la jambe opposée qui est alors à la phase d'appui. Dans certains cas nous verrons que le pied touche presque la fesse correspondante. Dès que la jambe oscillante a dépassé la jambe portante, la cuisse se fléchit à son tour sur le bassin pour que le pied ne touche pas le sol. C'est alors que la jambe entraînée par la pesanteur se défléchit ; la cuisse s'abaisse enfin aussitôt que la jambe a dépassé la position où elle est à angle droit avec le sol,

et le membre s'allonge de plus en plus jusqu'à ce que le pied reprenne contact avec la terre.

Mouvements du tronc. — En outre de son mouvement de progression en avant, le tronc présente à considérer des oscillations verticales et horizontales. L'amplitude des oscillations de la tête ou du pubis, pris comme points de repères, est moins élevée dans la course que dans la marche. Le point maximum de l'oscillation correspond à la phase de suspension, au moment où le corps vient d'être projeté en avant et en haut par l'extension brusque de la jambe postérieure. Nos photographies confirment pleinement cette manière de voir. Marey plaçait au contraire les oscillations verticales pendant la phase d'appui, et le point minimum pendant celle de suspension.

Le temps de suspension, dit-il, ne tient pas à ce que le corps projeté en l'air, aurait abandonné le sol, mais à ce que les jambes se sont retirées du sol, par l'effet de leur flexion, et cela au moment même où le corps était à son maximum d'élévation.

Démeny et Richer ont bien vu cette erreur, due, comme l'explique le premier, à la mauvaise interprétation de l'appareil dont s'est servi Marey pour l'exploration de ces oscillations verticales. Cet appareil montrait les différences de vitesse entre le corps et une masse de plomb. *Au moment de la foulée*, dit Démeny, *la vitesse verticale du corps devenant nulle, l'appareil indiquera une réaction verticale due à l'abaissement de la masse de plomb comme si le corps se relevait à ce moment.*

Les épaules et les hanches font leurs oscillations verticales en sens inverse, l'épaule s'élevant du côté de la han-

che abaissée et vice versa. Mais ces oscillations sont de faible amplitude et disparaissent complètement dans la course rapide. Aussi les constate-t-on plutôt au moment du départ, avant que le coureur ait atteint sa vitesse maxima.

Les oscillations horizontales tiennent à ce que le centre de gravité se rapproche du pied portant. Elles sont moins importantes que dans la marche, car plus la rapidité de la course augmente, plus le centre de gravité se rapproche de la ligne de progression. On peut facilement le prouver en prenant des empreintes de pied pendant la marche et la course. Les premières seront bien plus écartées de la ligne médiane que les secondes.

Le tronc présente encore des mouvements d'inclinaison et de torsion. L'inclinaison se fait en avant, dans le sens de la progression, et elle est très accusée à la fin de la phase d'appui. C'est pendant la phase de suspension que le corps se redresse.

La torsion du corps est causée par les oscillations en sens contraire des bras et des jambes. Le mouvement des épaules est donc en opposition avec celui des hanches, et si l'on photographie des coureurs vus d'en haut, on constate que la torsion, nulle au milieu de la phase d'appui, quand les bras passent par la verticale, présente son maximum pendant la phase de suspension. Les mouvements de torsion du corps augmentent avec la rapidité de la course.

Mouvements des membres supérieurs. — Les bras oscillent alternativement en sens inverse des jambes, ce qui, nous venons de le voir, produit la torsion en direction

contraire des épaules et des hanches. Dans la course, les bras comme les jambes sont presque toujours en flexion, même dans la position ultime de l'oscillation postérieure qui correspond dans la marche à une phase d'extension presque compète. De plus, dans la marche, les oscillations des bras sont moins étendues que dans la course ; dans cette dernière, les deux bras passent par la verticale au moment où la jambe oscillante croise la jambe portante.

Centre de gravité. — Le corps est bien moins stable pendant la course que pendant la marche, et les chutes sont bien plus fréquentes. Cela tient à la rapidité de ce mode de locomotion, qui fait que le centre de gravité ne passe par le pied portant qu'un moment très court. Cet instant correspond au milieu de la phase d'appui. Mais l'inclinaison du corps déplace incessamment le centre de gravité en avant. Ce mouvement est si rapide qu'il entraînerait fatalement la chute, si la jambe oscillante ne venait très rapidement croiser la jambe portante de façon à opposer l'appui de son pied au sol vers lequel le corps est précipité par la pesanteur. Nous verrons que ce principe de mécanique qu'il est facile de vérifier sur toutes nos séries cinématographiques, a été méconnu par la plupart des artistes modernes qui ont représenté le corps de leurs coureurs infléchi en avant, le centre de gravité tombant devant le pied appuyé sur le sol, tandis que la jambe oscillante est tellement en arrière, qu'elle n'aurait jamais le temps de croiser la jambe portante, et d'arriver à prendre appui avant que la chute ne se soit produite.

En revanche, ce principe a été parfaitement observé,

et pour la premièré fois, croyons-nous, dans les temps modernes, par Paul Richer dans son groupe de « la Course ».

Rappelons encore qu'à chaque phase d'appui, le centre de gravité se déplace du côté de la jambe portante et que ce déplacement est d'autant plus apparent que la course est moins rapide.

ETUDE DES FORMES EXTÉRIEURES ET DU ROLE DES MUSCLES

Quand on examine un coureur en action, on constate que sa morphologie change continuellement, Les efforts variés de la course nécessitent une multitude de contractions musculaires qui dessinent leur relief sous la peau, puis s'effacent à la phase suivante pour faire apparaître d'autres groupes de muscles. Ce sont ces aspects variés de la morphologie du corps en mouvement que les artistes doivent s'efforcer de nous montrer pour donner à leurs œuvres la grâce et la souplesse des tissus où circule la vie. Pour arriver à ce résultat, ils n'hésitent plus à venir à l'amphithéâtre étudier la physiologie des muscles qui est la clef de l'étude des formes extérieures. Examinons donc les actions musculaires pour pénétrer les secrets de la forme.

Membre portant. — Prenons le membre inférieur au moment où il vient de toucher le sol. Ce sont des actions ligamenteuses qui décomposent le choc et l'amortissent en le diffusant dans les différentes pièces osseuses du tarse et du métatarse. A ce moment, la pesanteur tendrait à amener la flexion des différents segments du membre, mais le quadriceps, en se contractant, l'immobilise et le

maintient dans l'attitude de flexion légère, déjà décrite. Cette action de plus en plus énergique se continue jusqu'à ce que la jambe, qui ne sert plus ici que de support, ait dépassé la verticale. Lorsque l'inclinaison est suffisante, les gastro-cnémiens détachent le talon du sol, et dans un dernier effort, tous les extenseurs, et surtout le grand fessier (dont on aperçoit très nettement le relief saillant) leur apportant leur concours, achèvent de déterminer la projection du corps en haut et en avant. Cette période d'extension ultime et complète est très rapide, dure peu, de sorte qu'elle a passé inaperçue pour la plupart des physiologistes qui ont traité cette question. Le jambier antérieur et le péronier ont empêché tout mouvement de torsion du pied, en dedans ou en dehors, permettant ainsi à l'action des jumeaux de s'exercer avec toute sa puissance.

Pendant toute cette phase, les moyens et petits fessiers résistent à l'action de la pesanteur qui, dans cet appui unilatéral, entraînerait la chute du côté de la jambe portante.

M. le docteur Peugniez a déjà signalé que cette particularité physiologique était connue de Léonard de Vinci qui, dessinant un homme chez lequel le côté gauche du bassin est abaissé, a souligné de façon très énergique la contraction du moyen fessier et du tenseur du *fascia lata*.

Le grand fessier qui joue un rôle capital à la fin de la phase d'appui, est au contraire fortement distendu au début de cette phase, par suite de la flexion de la cuisse sur le tronc. On voit très nettement sur nos photographies le méplat formé par l'aplatissement de ce muscle, non

seulement distendu mais encore élargi, et dont la portion externe recouvre le grand trochanter.

Membre oscillant. — Dès que le talon se détache du sol, le pied sous l'action continue des gastro-cnémiens, s'étend de plus en plus sur la jambe, et cette action ne commencera à s'atténuer que lorsque le membre oscillant aura dépassé le membre portant. A partir de cet instant, le gastro-cnémien n'agit plus, et sous l'action de la pesanteur la pointe du pied se dirige un instant vers la terre. Au dernier moment, l'action combinée du jambier antérieur et des péroniers dessine un mouvement de flexion qui, nous l'avons vu, est d'autant plus considérable que les foulées sont plus longues, de telle sorte que le pied abordera le sol tantôt par sa pointe, tantôt à plat, tantôt par le talon.

Dès le début de la phase de suspension le biceps fémoral, le demi-tendineux et le demi-membraneux fléchissent la jambe sur la cuisse, et cette contraction s'accentue pendant une grande partie de cette phase. Elle atteint son maximum au moment où le membre oscillant croise l'autre, puis cette action cesse, et c'est sous le poids de la pesanteur, dont l'action est coordonnée par le quadriceps, que la jambe prend l'incidence sous laquelle elle va aborder le sol.

Le grand fessier va cesser son action, et peu à peu l'extension de la cuisse sur le bassin diminuera : la distension de ce muscle commencera et s'accentuera au fur et à mesure que le membre oscillant va lui-même se rapprocher de la jambe portante, puis la dépasser.

D'autre part la cuisse se rapprochera peu à peu de la

verticale sous l'action du quadriceps, du couturier, du tenseur du fascia lata, muscles dont les énergies iront en s'accentuant jusque vers la fin de l'oscillation, où elles cesseront pour permettre à la cuisse de commencer son mouvement de descente vers le sol. L'action du tenseur du fascia lata est une de celles qui se révèlent le mieux à nos yeux, à cette phase du mouvement, sur nos pellicules.

Mouvements du tronc. — Les mouvements du tronc et des membres supérieurs ressemblent tellement à ceux de la marche, si souvent décrits, que nous allons nous contenter de les exposer sommairement.

Les oscillations verticales du bassin sont dues à l'impulsion de la jambe postérieure. Sous cette action, le bassin s'élève. Le corps suit la même impulsion, puis redescend quand l'obliquité de la jambe portante augmente.

Le mouvement de translation est dû à l'appui alternatif sur l'un ou l'autre pied. Or, nous avons vu que le centre de gravité se déplace latéralement à chaque appui. Cette translation latérale du centre de gravité est due à l'action des petits et moyens fessiers, ainsi que du fascia lata du côté de la jambe portante.

Les mouvements d'oscillation du tronc en avant sont dus, d'une part, à l'extension de la jambe postérieure et à l'action du gastro-cnémien, d'autre part à la contraction du psoas, du droit antérieur et des muscles droits de l abdomen, qui, en déplaçant brusquement le centre de gravité en avant, tranforment en composante horizontale cette action mécanique, qui, sans eux, ne déterminerait guère qu'un saut en hauteur. Le redressement du tronc est régi par la contraction des muscles spinaux.

Nous avons dit que les épaules sont alternativement projetées en avant et en arrière : la projection d'une épaule, en avant, est due à l'action du grand oblique du même côté ; le trapèze augmente cette action en effaçant le moignon de l'épaule postérieure.

Membres supérieurs. — Les oscillations des bras sont commandées par les portions antérieures ou postérieures du deltoïde, suivant que ces oscillations se font en avant ou en arrière.

Quand le membre supérieur est rejeté en arrière, on voit le faisceau antérieur de ce muscle distendu, et un méplat très net au niveau de son bord interne, tandis que le faisceau postérieur se gonfle et dessine une saillie très accusée.

Peu à peu, à mesure que le bras se porte en avant, la fossette sous-claviculaire se remplit, et la portion antérieure du muscle se dessine et s'arrondit.

La flexion, très accusée dans la course, se fait sous l'influence du brachial antérieur, l'avant-bras se trouvant en pronation forcée.

VARIÉTÉS DE COURSES

Ces données générales étant posées, il nous est plus facile de montrer les différences d'action, les variétés de mouvement que nous trouvons chez les coureurs pratiquant les divers genres de courses.

Voyons donc parmi les courses sportives celles qui nous semblent présenter le plus d'intérêt, c'est-à-dire 100 mètres, 400 mètres et fond.

Course de 100 mètres.

Nous avons déjà vu combien cette course se différencie des autres au moment du départ. Nous n'y reviendrons pas ici. Contentons-nous d'examiner attentivement l'allure du champion de vitesse en pleine action. La pellicule cinématographique nous montre qu'au départ l'inclinaison du tronc est presque horizontale, mais après la première foulée le corps se redresse et dorénavant il restera modérément incliné, de telle sorte que les images instantanées sont bien loin de nous donner l'impression de vitesse con-

ventionnelle à laquelle nous ont habitués les artistes modernes.

Nous voyons que les foulées sont courtes et précipitées. Les mouvements de flexion de la jambe qui oscille atteignent leur maximum. Sur quelques images, le talon touche presque la fesse correspondante. Le pied arrive bien à plat sur le sol. Les deux segments du membre qui va aborder la terre restent toujours notablement fléchis l'un sur l'autre. L'effort à fournir est ici considérable et doit durer peu. Il implique la mise en action de la totalité des muscles. C'est une loi générale de physiologie que tout effort violent est incompatible avec la résolution musculaire parfaite d'une région quelconque du corps. En équitation, cette observation a été le point de départ d'une méthode de dressage où tout l'art de l'écuyer consiste à obtenir l'assouplissement parfait des muscles de la mâchoire et de l'encolure sur lesquels l'action peut s'exercer facilement par l'entremise des rênes. Cet assouplissement acquis, toute contraction violente est impossible de la part de l'animal et la défense ne peut plus se produire. C'est la méthode Baucher.

Dans la course de 100 mètres, la généralisation des contractions musculaires se lit sur le visage où les masséters serrent énergiquement les mâchoires les unes contre les autres, et jusque sur les fléchisseurs des doigts qui étreignent dans la paume de la main — comme pour la protéger — des bouchons de liège dont le coureur de vitesse ne peut guère se passer. Notons que l'effort s'étend jusqu'au muscle qui ferme la glotte, empêchant ainsi la respiration pendant toute la durée de l'épreuve.

Course de 400 mètres.

Nous n'insisterons pas sur le départ qui peut être pris soit couché, soit debout, comme nous l'avons vu plus haut. Nous n'observons pas ici un seul effort continu comme dans la course de 100 mètres, mais une série d'efforts séparés par quelques périodes d'inspiration. De l'avis de tous les coureurs, c'est l'épreuve la plus pénible et nous en avons fait nous-même l'expérience. Elle exige généralement des athlètes bien découplés, grands, forts et bien musclés. En effet, nous lisons sur la pellicule que la foulée doit être ici très longue et certains spécialistes de la distance arrivent à parcourir 3 mètres et plus à chaque enjambée. Cette nécessité amène donc des modifications dans la silhouette de l'athlète en action : l'incidence du pied au moment où il va se poser à terre n'est plus la même que tout à l'heure : il abordera le sol par le talon. Cette incidence impose ici, plus que dans tout autre genre de course, l'obligation d'avoir à la semelle des pointes qui pénètrent dans le sol pour empêcher le pied de glisser, en arrière quand il provoque la foulée, et en avant quand il se reçoit sur la piste.

On voit aussi que les oscillations verticales sont pour le 400 mètres plus considérables que dans la course de vitesse.

Ici encore l'effort est assez puissant pour entraîner la généralisation des contractions musculaires, dont nous parlions plus haut et nécessiter l'emploi des bouchons de liège.

La course de 400 mètres exige un effort analogue à celui que nécessite un 100 mètres, mais sur une distance quatre fois plus longue ; distance qui ne peut être dépassée sans une diminution notable de la rapidité de l'allure et qui est à peu près l'extrême limite que peut atteindre un coureur de vitesse. Presque tous les concurrents arrivent d'ailleurs à la fin de cette épreuve à bout de souffle et incapables de continuer leur effort.

Le temps nécessaire pour couvrir des distances supérieures subit immédiatement une sensible augmentation : ainsi, dans une course de 500 mètres le temps exigé pour le parcours supplémentaire de 100 mètres est relativement considérable. L'allure n'est plus la même et par une transition brusque on arrive à la course de demi-fond.

Demi-fond.

Ce genre de course participe à la fois de la vitesse et du fond. En effet, à la fin de ces épreuves l'athlète fournit un effort final, un emballage, qui lui donne à peu près l'allure d'un coureur de vitesse. Au contraire, pendant la plus grande partie de la course, son allure est celle du coureur

de fond, quoique le rythme en soit un peu plus rapide et les foulées plus longues. Cette différence s'atténue avec la distance et l'on passe insensiblement des épreuves de demi-fond à celles de fond.

Course de fond.

Dans la course de longue distance, les actions musculaires devant être longtemps continuées exigent de l'assouplissement et de l'endurance. Tandis que l'on naît coureur de vitesse, on peut devenir coureur de fond grâce à un entraînement raisonné.

On constate que la longueur des foulées est moins considérable que dans les autres courses, aussi voit-on le pied poser à plat ou arriver même à l'appui par l'articulation métatarsophalangienne. La jambe en abordant le sol est presque verticale.

Le mouvement de flexion de la jambe oscillante n'atteint jamais l'amplitude que nous lui voyons dans les autres sortes de courses. Par contre l'inclinaison du tronc en avant est bien plus considérable que dans la course de vitesse, comme si l'athlète utilisait l'action de la pesanteur, pour ménager le travail musculaire de ses jambes : l'impression que donne sa silhouette est celle d'un homme courant après son centre de gravité. Ceci nous rappelle l'artifice employé dans la « monte américaine », où le

jockey, couché sur l'encolure du cheval, met sa monture dans l'alternative de tomber ou d'augmenter assez l'amplitude de sa foulée pour que les pieds viennent se poser en avant de la ligne verticale, qui passe par le centre de gravité ainsi notablement déplacé. Les résultats obtenus sont bien supérieurs à ceux que produisent l'emploi de l'éperon ou de la cravache.

Dans la course de fond, la respiration doit se faire régulièrement et l'apprentissage de la façon de respirer joue un rôle capital pour les résultats à obtenir.

Les oscillations des bras en avant et en arrière sont dues surtout à l'action de la pesanteur ; aussi ont-elles quelque chose de plus rythmé que celles des coureurs de vitesse où l'action musculaire prédomine pour ces mêmes mouvements.

L'indépendance des contractions musculaires atteint son maximum pour le coureur de fond. L'on observe fréquemment chez lui la résolution complète des membres supérieurs, dont les mains oscillent largement ouvertes, afin d'éviter la fatigue musculaire inutile qu'entraînerait la contraction des fléchisseurs des doigts.

En résumé les coureurs de 100 mètres et de 400 mètres nous laissent une impression générale de puissance et d'énergie ; le coureur de fond au contraire passe avec une allure moins heurtée et plus harmonieuse : il gagne en souplesse ce qu'il lui manque en puissance musculaire.

PLASTIQUE DU COUREUR

Nous savons déjà qu'au point de vue respiratoire, comme au point de vue musculaire, des différences très nettes séparent le coureur de 100 mètres de celui de 400 mètres et du coureur de fond. La somme de travail n'est pas la même pour chacun d'eux, mais surtout elle est répartie au point de vue du temps de façon fort différente. Il en résulte qu'à chaque séance d'entraînement le muscle est soumis à des conditions physiologiques fort variées chez les uns et chez les autres ; il en est de même de la cage thoracique.

Chez le premier, une seule inspiration suffira pour accomplir tout l'effort, et celui-ci sera, nous l'avons vu, réparti dans le système musculaire tout entier. Il en résultera des échanges nutritifs d'une très grande activité nécessitant l'apport rapide de matériaux et d'aliments à tous ces muscles. La conséquence de cette suractivité dans la circulation locale doit être une augmentation dans le volume des masses musculaires, augmentation qui tient à l'afflux d'une quantité considérable de sang. Elle est très appréciable à l'œil et à la mensuration au moment du travail, dure peu, quelques heures à peine, mais laisse après elle, comme partie intégrante et définitive du muscle, une

certaine quantité des matériaux apportés, qui sont désormais acquis à la masse musculaire.

Il paraît donc, *a priori*, que le coureur de vitesse doit être un athlète fortement musclé. C'est à cette solide constitution qu'il devra de pouvoir donner toutes ses préférences à ce genre de course, et l'entraînement auquel il se livrera ne pourra qu'augmenter ses prédispositions individuelles. Il en résultera une plastique remarquable par le développement, la puissance de formes et le volume considérable des masses musculaires. Il est facile de constater que notre coureur de vitesse répond à cette variété individuelle. En particulier, chez lui, les muscles des jambes ont une netteté de formes, un volume et des saillies qui en font un modèle du genre. (Voir fig. 11, pl. III.)

Nous avons vu que les qualités du coureur de 400 mètres devaient être surtout la puissance musculaire et la haute taille. Nous pouvons remarquer sur le champion qui a servi à nos expériences que ces desiderata plastiques sont parfaitement réalisés. L'homme est grand : celui qui a couru devant notre cinématographe était plus grand encore, il avait 1 m. 90. L'un et l'autre sont puissamment musclés, et l'on peut voir sur la photographie que nous donnons de l'un d'eux la puissance des masses musculaires des cuisses et des mollets. (Voir fig. 12, pl. III.)

Quant au coureur de fond, il n'a pas besoin d'efforts musculaires considérables, mais ceux-ci doivent être fréquemment répétés. Il ne risque ni rupture musculaire, ni déchirures de tendons.

La condition du succès pour lui est de ne pas s'essouffler. Il a donc besoin avant tout d'une cage thoracique d'une

grande amplitude, d'un souffle puissant, avec des côtes dont la mobilité puisse être reculée au maximum par l'entraînement.

La plastique de notre coureur est à ce point de vue des plus intéressantes. Durant ces épreuves, nous a-t-il dit, il fait son inspiration en deux fois, chacune au moment des phases d'appui, et son expiration est réglée par la même cadence et se fait aux mêmes phases du mouvement. Ainsi la quantité d'air emmagasinée doit être considérable et le soufflet thoracique docile à la volonté du coureur.

On peut voir que les qualités de sa plastique résident précisément dans l'amplitude de sa cage thoracique et dans sa puissance d'expansion. (Voir fig. 10, pl. III.).

Les masses musculaires sont ici loin d'être imposantes : il semble qu'au cours de ces longues épreuves le muscle utilise pour son fonctionnement jusqu'aux tissus qui l'avoisinent. Ainsi les membres sont nettoyés de leur moindre parcelle de graisse.

S'il est vrai que l'on peut dire avec Alphonse Guérin que la fonction crée l'organe, nous pouvons ajouter qu'après l'avoir fait apparaître elle le perfectionne sans cesse et en exalte progressivement la puissance.

L'ART ET LA SCIENCE

Nons pouvons maintenant comparer les images de coureurs que l'art nous a mis sous les yeux à celles que nous a livrées le cinématographe, ces dernières étant l'expression de la réalité. L'art grec nous fait voir des œuvres, presque toutes en conformité parfaite avec les formes que nous venons d'étudier. Le centre de gravité de toutes ces figures passe par le point d'appui, ou en arrière de lui, lorsque la jambe postérieure n'a pas encore croisé le membre portant. Si le centre de gravité tombe en avant, la jambe oscillante a déjà croisé l'autre et n'a plus qu'à descendre au sol pour empêcher la chute. Il est à noter que la plupart de ces images, lorsqu'elles représentent le coureur au commencement de la phase d'appui, montrent le pied atteignant la terre par sa pointe comme dans nos photographies de coureurs de fond.

Cela semblerait corroborer cette hypothèse que nous avaient déjà suscitée les figures de départ : à savoir que les Grecs ne pratiquaient guère que les courses de longue durée.

Nous n'avons pas à revenir ici sur une position singulière des bras que nous avons observée sur des vases peints

et discutée plus haut. Notons seulement qu'elle n'est particulière dans l'art qu'aux athlètes de profession et que nous ne l'avons jamais rencontrée chez nos coureurs actuels.

Toute autre est la représentation de la course à partir de la renaissance et dans l'art moderne. Paul Richer et plus récemment le docteur Peugniez nous ont montré l'incorrection de ces figures, qui se rapportent toutes à un type unique reproduit par tous les artistes. Qu'il s'agisse des coureurs de Coustou ou de Lepautre décorant les jardins du Palais-Royal, de la Diane de Houdon au Louvre, du vainqueur de Fallières, du coureur d'Injalbert, de la Daphné récemment inaugurée à Carcassonne, la silhouette est la même : le sujet est au commencement de la phase d'appui, abordant le sol par la pointe du pied, et la jambe oscillante est rejetée très loin en arrière, en flexion plus ou moins accentuée.

La verticale passant par le centre de gravité tombe loin en avant du point d'appui, de telle sorte que la figure n'est pas en équilibre et que la chute est inévitable : il lui manque des ailes. En réalité la jambe postérieure est beaucoup trop loin en arrière pour avoir le temps d'osciller, de dépasser la jambe portante et d'arriver au sol à temps pour parer à la chute.

Cette attitude est encore exagérée dans les coureurs de Boucher qui sont au Luxembourg. Le torse des athlètes est ici lancé dans l'espace suivant une ligne presque horizontale. (Voir fig. 1, pl. I.)

Ce n'est pas que dans nos figures nous n'observions

quelquefois pareille inclinaison du tronc : voyez le départ du coureur de 100 mètres.

Mais alors le membre oscillant déjà croisé le membre portant, et la jambe n'a plus qu'à s'étendre sur la cuisse pour être à l'aplomb du sol et parer à la chute. (Voir fig. 4, pl. I.)

Nous rappelons ici la parfaite exactitude du groupe de M. Paul Richer. (Voir pl. II fig 6.)

Il suffit de comparer ses trois coureurs aux trois images successives que nous donne la cinématographie d'un coureur de 400 mètres pour constater que nous sommes là en présence d'attitudes équilibrées suivant les lois de la physiologie et de la mécanique. Le premier est identique à notre fig. 9, le second est la reproduction exacte de la figure 8 qui la précède et la troisième arrive à la phase d'appui dans l'attitude de notre figure 7.

Et cependant ces images artistiques ne sont nullement écrasées par les lois de la pesanteur auxquelles l'artiste a voulu qu'elles restassent soumises : elles rendent à merveille ce qu'il a voulu exprimer ; la course avec sa vitesse et les efforts musculaires fournis par les coureurs ; elles sont légères, naturelles, gracieuses. Elles ne volent pas, elles courent.

CONCLUSIONS

La course n'est pas une : les images des coureurs en mouvement diffèrent suivant qu'il s'agit d'une course de 100 mètres, de 400 mètres ou de fond.

Le départ, dont la correction a une si grande importance dans la course de vitesse, est commandé par des actions musculaires d'une grande énergie.

Les variations dans l'action musculaire que nécessitent les différentes courses influent sur la plastique du coureur de telle sorte qu'on peut différencier, au point de vue des formes extérieures, les athlètes qui s'y adonnent.

Les représentations artistiques de la course, à de rares exceptions près, sont inexactes. Les Grecs sont ceux qui se sont approchés le plus de la vérité. Dans l'art moderne, nous ne connaissons guère que le groupe de Paul Richer qui satisfasse aux exigences de la science et aux lois de la statique.

Espérons que par l'étude plus approfondie de la plastique et de la physiologie, les artistes de l'avenir suivront la voie que leur a tracé ce maître du Beau et du Vrai.

Vu : Le Président de la Thèse,
Charles RICHET

Vu : Le Doyen,
DEBOVE.

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie,
L. LIARD.

PLANCHE I

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.
Commencement de la phase d'appui.

Fig. 8.
Phase de suspension.

Fig. 9.
Fin de la phase d'appui.

Coureur de 400 mètres.

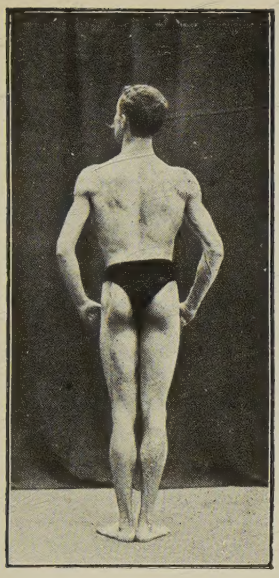

Fig. 10.
Coureur de fond.

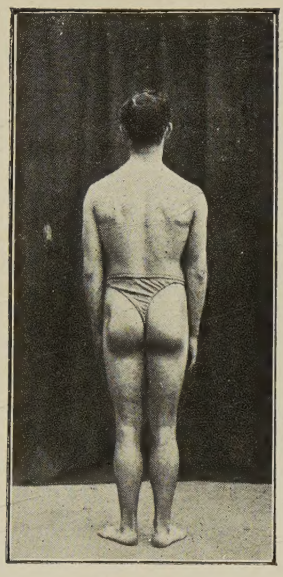

Fig. 11.
Coureur de vitesse.

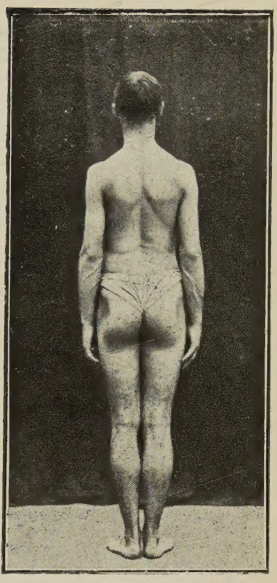

Fig. 12.
Coureur de 400 mètres.

Fig. 13.

Fig. 14.
Coureur de vitesse.

Fig. 15.

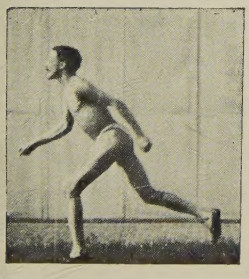

Fig. 16.

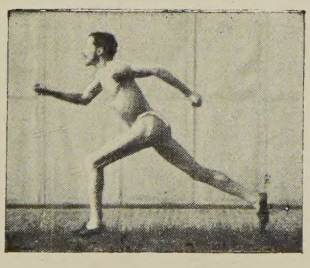

Fig. 17.
Coureur de fond.

Fig. 18.